

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-156711

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
B 2 4 B 37/04		B 2 4 B 37/04	G
H 0 1 L 21/304	3 2 1	H 0 1 L 21/304	3 2 1 E

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-332019

(22) 出願日 平成9年(1997)12月2日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 391011102

株式会社岡本工作機械製作所

神奈川県横浜市港北区箕輪町2丁目7番3号

(72) 発明者 林 喜宏

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 菅野 中

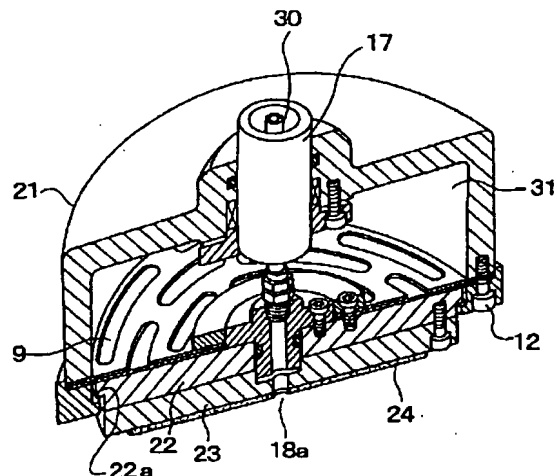
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨装置

(57) 【要約】

【課題】 ウエハの表面を高平坦性、高均一性を保って研磨し、研磨中に研磨形状の修正を可能とする。

【解決手段】 インデックステーブルとポリッシングヘッド18との組合せを有している。インデックステーブルは、研磨すべきウエハを吸着して上向きに保持して研磨ステーションへ向けて転回送りを与える。ポリッシングヘッド18は、加圧シリンダ21とベースプレート22との組合せであり、加圧シリンダ21はキャリアに一定姿勢で与えられ、ベースプレート22は研磨布24を支えて加圧シリンダ21に三次元方向に揺動可能に組付けられているものである。研磨布24はウエハ上に接触し、高速回転してウエハ表面を研磨する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 テーブルと、ポリッシングヘッドとを有する研磨装置であって、

テーブルは、研磨すべき基板を定位置に上向きに保持するものであり、

ポリッシングヘッドは、下面の少なくとも一部に研磨面を有し、

研磨面は、テーブル上の基板を研磨する面であり、研磨パッドが貼付けられ、三次元方向に揺動可能であることを特徴とする研磨装置。

【請求項2】 テーブル又はポリッシングヘッドの少なくとも一方は回転駆動され、ポリッシングヘッドは、テーブル上方を直線方向の移動送りが与えられるものであることを特徴とする請求項1に記載の研磨装置。

【請求項3】 レールを有し、レールは、テーブル上の基板に対する研磨位置と、テーブルから離れた退避位置との間でポリッシングヘッドを往復動させるガイドであることを特徴とする請求項2に記載の研磨装置。

【請求項4】 レールは、機体に組付けられた機枠に吊下げてテーブルの上方空間に配置されたものであることを特徴とする請求項3に記載の研磨装置。

【請求項5】 送り駆動機構を有し、送り駆動機構は、レールに沿ってポリッシングヘッドに往復移動送りと与えると共に、テーブル上に保持されて回転する基板の研磨位置に応じてポリッシングヘッドの送り速度を制御するものであることを特徴とする請求項2、3または4に記載の研磨装置。

【請求項6】 ポリッシングヘッドは、レールに沿って移動送りが与えられるキャリアにセットされ、キャリアは、上下駆動機構と、回転駆動機構とを装備し、

上下駆動機構は、キャリアを上下動させるものであり、回転駆動機構は、ポリッシングヘッドを回転駆動するものであることを特徴とする請求項5に記載の研磨装置。

【請求項7】 ポリッシングヘッドは、給液管を有し、給液管は、ポリッシングヘッドの回転中心を通して外部から供給された研磨剤を研磨パッドに給液する給液孔を有するものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の研磨装置。

【請求項8】 ポリッシングヘッドは、加圧シリンダと、ベースプレートとの組合せを有し、加圧シリンダは、キャリアに一定角度姿勢で支えられたものであり、

ベースプレートは、研磨パッドを支えて加圧シリンダに三次元方向に揺動可能に取付けられたものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の研磨装置。

【請求項9】 摩耗した研磨パッドは、パッドコンディショナ手段のディスクに押し付けて目立てされるものであり、目立ての際には、クランプされ、揺動を停止するものであることを特徴とする請求項6に記載の研磨装

置。

【請求項10】 パッドコンディショナ手段は、退避位置に設置されたものであることを特徴とする請求項3又は9に記載の研磨装置。

【請求項11】 加圧シリンダは、高圧空気の送気孔を有し、送気孔を通して圧入された高圧空気の圧力を作用させてベースプレートを固定させることを特徴とする請求項9に記載の研磨装置。

【請求項12】 加圧シリンダと、ベースプレートとはダイアフラムと、ドライブプレートとを介して結合され、

ダイアフラムは、加圧シリンダとベースプレート間の気密を保持するものであり、

ドライブプレートは、ベースプレートの変位に追従させるとともにベースプレートの支持強度を与えるものであることを特徴とする請求項8に記載の研磨装置。

【請求項13】 研磨面の揺動の程度は、加圧シリンダ内に圧入される高圧空気の圧入量によって制御されるものであることを特徴とする請求項8、11又は12に記載の研磨装置。

【請求項14】 研磨パッドは、研磨布であり、拡散溝を有し、

拡散溝は、供給された研磨剤を研磨面に分散させる溝であることを特徴とする請求項1又は7に記載の研磨装置。

【請求項15】 研磨布は、円形帯状をなし、拡散溝は、研磨布の内周に開放され、外周には開放されずに研磨布の範囲内に形成された溝であることを特徴とする請求項14に記載の研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板、特に半導体デバイスパターンが形成された半導体ウエハの表面を平坦化处理する研磨装置に関する。

【0002】

【従来の技術】デバイスの形成された半導体ウエハの表面層を平坦化处理する研磨装置として特開平8-330261号公報には、回転テーブル（プラテン）上に研磨布を貼付け、その上方にウエハ保持部を配置し、その下面に半導体ウエハを吸着させ、これを回転テーブル上の研磨布に押しつけ、回転テーブルおよびウエハ保持部の双方を回転させつつ半導体ウエハの表面層を研磨する装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記装置によるときは、回転テーブル上の研磨布に、ウエハ保持部の下面に保持させた半導体ウエハを押し付けて研磨を行うため、半導体ウエハの研磨面を直接視認できないという問題がある。また、研磨液を回転テーブルの研磨布上に供給するため、その大部分が回転による遠心力で

飛散して研磨液を有効利用することができない。

【0004】ところで、昨今の情報化時代の到来とともに電子機器の需要は、高い水準を保っている。なかでも、パーソナルコンピュータの需要は、今後、最も期待できるものの一つである。半導体産業はこれに伴って、次世代のウエハ製造プロセスへと移行してゆくものと考えられる。来るべき300mm(400mm)ウエハに形成されるデバイスの表面層を平坦化処理するCMP装置の開発と、ベアシリコンウエハの研磨装置に対する対応が急務である。

【0005】CMPでは膜厚みの均一性や面あらし、ベアシリコンウエハでは形状精度(平坦度)が、品質特性の第1の条件であると考えられる。

【0006】大口径ウエハを従来の研磨方法で研磨した場合に、従来の研磨剤(スラリー)供給方法ではウエハの中心と、外側との研磨剤供給の均一性の確保が難しく、また、ウエハのうねりに対する追従性を磨布の粘弾性特性だけに依存しても実際のウエハ表面のうねりに追従させるのは困難である。

【0007】また、現行の研磨装置では、研磨作業中にウエハの形状特性を把握することが難しいという問題がある。従来より、研磨中のウエハの形状特性を知る方法として、テーブル又は研磨ヘッドを駆動するモータの負荷変動を測定する方式、研磨定盤に孔をあけて膜厚みを測定する方式などが提案されているが、未だいずれの方式も実用化には到っていない。

【0008】大口径ウエハは高価であり、1枚毎に形状を把握し、しかもそのデータをもとに、形状を修正して、目的とする形状に加工する必要がある、このためにも研磨形状の制御は不可欠である。

【0009】さらに現行の研磨作業において、研磨剤(スラリー)の変動費に占める割合が大きく、実に変動費に占める割合は3割に達しているといわれている。しかも、スラリーコストの低減は、廃液処理の観点でみれば環境問題に重大な影響を及ぼす。大定盤上にスラリーを供給する方式では、スラリーの利用効率に限界があり、スラリーコストの低減は急務である。

【0010】最後の問題として、ウエハの研磨加工はクリーンルーム内で行われる。クリーンルームの清浄度には高い清浄度が要求され、高清浄度のクリーンルーム内での単位面積当りのコストは当然に高くなり、クリーンルーム内に持ち込まれる装置は必然的にコンパクト化が要求される。

【0011】本発明の目的は、小径の研磨パッドで基板の表面の修正を可能とし、研磨剤を研磨パッド全面に供給して研磨効率を高め、しかも装置のコンパクト化を実現しうる研磨装置を提供することにある。

【0012】本発明の他の目的は、研磨治具の送り機構の機械精度、周速の違い、ウエハの表面性状に左右されずにウエハ全面について均一に研磨しうる研磨装置を提

供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明による研磨装置においては、テーブルと、ポリッシングヘッドとを有する研磨装置であって、テーブルは、研磨すべき基板を定位置に上向きに保持するものであり、ポリッシングヘッドは、下面の少なくとも一部に研磨面を有し、研磨面は、テーブル上の基板を研磨する面であり、研磨パッドが貼付けられ、三次元方向に揺動可能である。

【0014】また、テーブル又はポリッシングヘッドの少なくとも一方は回転駆動され、ポリッシングヘッドは、テーブル上を直線方向の移動送りが与えられるものである。

【0015】また、レールを有し、レールは、テーブル上の基板に対する研磨位置と、テーブルから離れた退避位置との間でポリッシングヘッドを往復動させるガイドである。

【0016】また、レールは、機体に組付けられた機枠に吊下げてテーブルの上方空間に配置されたものである。

【0017】また、送り駆動機構を有し、送り駆動機構は、レールに沿ってポリッシングヘッドに往復移動送りと与えると共に、テーブル上に保持されて回転する基板の研磨位置に応じてポリッシングヘッドの送り速度を制御するものである。

【0018】また、ポリッシングヘッドは、レールに沿って移動送りが与えられるキャリアにセットされ、キャリアは、上下駆動機構と、回転駆動機構とを装備し、上下駆動機構は、キャリアを上下動させるものであり、回転駆動機構は、ポリッシングヘッドを回転駆動するものである。

【0019】また、ポリッシングヘッドは、給液管を有し、給液管は、ポリッシングヘッドの回転中心を通して外部から供給された研磨剤を研磨パッドに給液する給液孔を有するものである。

【0020】また、ポリッシングヘッドは、加圧シリンダと、ベースプレートとの組合せを有し、加圧シリンダは、キャリアに一定角度姿勢で支えられたものであり、ベースプレートは、研磨パッドを支えて加圧シリンダに三次元方向に揺動可能に取付けられたものである。

【0021】また、摩耗した研磨パッドは、パッドコンディショナ手段のディスクに押し付けて目立てされるものであり、目立ての際には、クランプされ、揺動を停止するものである。

【0022】また、加圧シリンダは、高圧空気の送気孔を有し、送気孔を通して圧入された高圧空気の圧力を用させてベースプレートを固定させるものである。

【0023】また、パッドコンディショナ手段は、退避位置に設置されたものである。

【0024】また、加圧シリンダと、ベースプレートとはダイヤフラムと、ドライブプレートとを介して結合され、ダイヤフラムは、加圧シリンダとベースプレート間の気密を保持するものであり、ドライブプレートは、ベースプレートの変位に追従させるとともにベースプレートの支持強度を与えるものである。

【0025】また、研磨面の揺動の程度は、加圧シリンダ内に圧入される高圧空気の圧入量によって制御されるものである。

【0026】また、研磨パッドは、研磨布であり、拡散溝を有し、拡散溝は、供給された研磨剤を研磨面に分散させる溝である。

【0027】また、研磨布は、円形帯状をなし、拡散溝は、研磨布の内周に開放され、外周には開放されずに研磨布の範囲内似形成された溝である。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に本発明による自動研磨装置を、半導体ウエハの一次研磨と、二次研磨との二段階研磨によって表面を平坦化処理する装置に適用した例についてその実施形態を説明する。

【0029】図1に本発明を適用した自動研磨装置の正面図、図2にその平面図を示す。図3は、自動研磨装置の構造を略示的に示す平面図、図4は斜視図である。以下図3、4を用いて本発明を適用した自動研磨装置の基本的構成を説明する。

【0030】図3、4において、自動研磨装置においては、ウエハ保持用のテーブルとしてインデックステーブル1を有し、インデックステーブル1の周上にローディングステーション S_1 と、一次研磨ステーション S_2 と、二次研磨ステーション S_3 と、アンローディングステーション S_4 とが設定されたものである。インデックステーブル1は、ウエハを保持させる複数のホルダ2を同心上に有し、各ステーション $S_1 \sim S_4$ に順次転回送りが与えられ、各ステーション $S_1 \sim S_4$ は、インデックステーブル1の停止位置に割り付けられたものである。

【0031】ローディングステーション S_1 は、インデックステーブル1上にウエハを搬入する領域であり、アンローディングステーション S_4 は、テーブル1上からウエハを搬出する領域である。この実施形態において、一次研磨ステーション S_2 は、インデックステーブル1上に搬入されたウエハの表面を平坦化処理する領域であり、二次研磨ステーション S_3 は、平坦化処理後のウエハの表面を仕上げ処理する領域である。

【0032】ローディングステーション S_1 においては、ウエハキャリア10内に保管されているウエハWが1枚ずつロボットアーム7によってピンクランプ11上に取り出され、その裏面がウエハ裏面洗浄手段8で洗浄された後、ウエハ・チャック7aを用いて洗浄後のウエハWは、ローディングステーション S_1 のホルダ2上に搬入され、バキュームチャック4で吸着保持してインデ

ックステーブル1の90°転回送りにより、ホルダ2上のウエハWは、一次研磨ステーション S_2 に搬入される。もっとも、ウエハ表面洗浄手段8で洗浄した後、前記ロボットアーム7を用いてウエハWをローディングステーション S_1 のホルダ2上に搬入することもできる。

【0033】一次研磨ステーション S_2 において、ウエハWは、ポリッシングヘッド18による平坦化処理を受け、次いで二次研磨ステーション S_3 に移され、ポリッシングヘッド35による表面仕上げ処理を受けた後、アンローディングステーション S_4 に移され、次いでウエハWは、ウエハの研磨面が、ウエハ表面洗浄手段38によって洗浄される。

【0034】洗浄後、ウエハWは、ウエハ・チャック39aによって、ホルダ2上からピンクランプ40上に移され、ウエハ裏面はウエハ裏面洗浄手段42で洗浄される。あるいは、洗浄後、ロボットアーム39を用いてウエハWをピンクランプ40上に移し、ウエハ表面はウエハ表面洗浄手段42で洗浄し、次いで、ロボットアーム39でコンベア41上に移すこともできる。次いで、ロボットアーム39でピンクランプ40上からコンベア41上に移され、次工程に搬出される。

【0035】一方、インデックステーブル1は一定角度転回し、ウエハWが取外されたホルダ2をローディングステーション S_1 に移し、次のウエハの搬入に備える。本発明において、一次研磨ステーション S_2 には、図5に示すようにポリッシングヘッド18と、パッドコンディショニング手段19と、パッドクリーニング手段20とを装備している。

【0036】ポリッシングヘッド18は、図6に示すように、加圧シリンダ21と、ベースプレート22と、研磨布張り付板23との組立体からなり、研磨面に研磨パッドとして硬質の円形研磨布24を有し、加圧シリンダ21を支えるスピンドル17によって上方から垂下され、図5に示すように退避位置から一次研磨ステーション S_2 のバキュームチャック4上に進出し、図7に示すようにバキュームチャック4上に吸着されたウエハW上に下降し、研磨布24をウエハWの表面に押し付け、粗研磨によって平坦化処理する。粗研削工程は、ウエハWを保持するホルダ2を回転させ、ポリッシングヘッド18を一方方向に回転駆動し、研磨剤供給ポンプより圧送した研磨剤（スラリー）を回転中心の給液孔18aより、研磨布24に供給しつつ行う。これによって研磨剤は、研磨布24の外周方向に様に分散し、ホルダ2の高速回転が可能となる。また、研磨剤を軸心から供給するに際し、研磨液を圧送することは、研磨剤を研磨布全面に均一に供給するうえに極めて重要である。圧送の圧力は $0.01 \text{ kg/cm}^2 \sim 0.1 \text{ kg/cm}^2$ とした。

【0037】図9において、研磨布24の布面には、給液孔18aに通ずる拡散溝32が刻まれている。拡散溝32は、給液孔18aから送出された研磨剤（スラリー）

を研磨布24の外周方向に導いて研磨面に均一に分散させる溝であり、図9(a)～(c)に示すように、給液孔18aを中心として研磨布24の布面に放射状、螺旋状あるいは中心から外縁に向けた任意の曲線状の溝によって形成されたものである。

【0038】研磨布の材質は発泡ポリウレタン等の硬質高分子膜が最適である。(例えば研磨布としてロデール・ニッタ社製のIC-1000がある。)

研磨布24の直径に制限はないが、研磨するウエハの直径の半分程度、例えば8インチウエハ(200mm)の場合では110mm～90mm程度である。研磨液を効率よく分散させる拡散溝の幅は0.5mm～2mm程度が適当である。また、必ずしも研磨布24の形状は円板状である必要はなく、図10に示すように、研磨布張り付け板23に円板の中心部をくりぬいた円形帯状の研磨布24としても良い。

【0039】この研磨布24にも研磨液を分散させる拡散溝32を設けているが、拡散溝32は、研磨布24の内周に解放され、外周縁には解放されずに研磨布の範囲内に形成された溝であってもよい。拡散溝32の終点が研磨布の範囲内に形成されていることによって、研磨剤が研磨パッド外へ放出されてしまうのを抑制し、すなわち研磨布内に研磨剤が滞留する時間を長くすることができる。研磨布の外径は、ウエハ径と同等からその半分程度であり、その帯幅は5mmから50mm程度である。例えば、8インチウエハ(200mm)の場合では、研磨布24の外径は150mmで帯幅30mm、拡散溝の幅2mmである。ここでは、拡散溝を十文字状に4本配置したが、その本数や配置形状に制限はない。また研磨布としてポリエステル繊維型研磨布(ロデール・ニッタ社製:SUB400)上に発泡ポリウレタン研磨布を積層したものを用いても良い。なお、円形帯状の研磨布を用いた場合、研磨布張り付け板23の表面に研磨液が接触することになるため、その材質としてはアルミナ焼結板やステンレス板表面にアルミナ焼結板を張り合わせた合板として、耐薬品性を高める必要がある。

【0040】ウエハWは、図7に示すようにバキュームチャック4の吸着孔26にクランプされているが、バキュームチャック4には、吸着孔26の開口領域の外側に、環状溝として上面に開口された水シール室27を有し、水シール室27は、バキュームチャック4の側面に開口した通水溝28に通じ、通水溝28は、インデックステーブル側すなわち、固定側であるシールリング29の内壁に開口した給水孔30に連通させ、給水孔30内に洗浄水を圧入し、これを水シール室27より溢流させている。これによって研磨液がウエハWの下面に回り込んで研磨中にウエハ保持面に固着するのを防いでいる。あわせて、バキュームチャック4の吸着孔26への研磨液の進入は防止される。

【0041】ポリッシングヘッド18は、加圧シリンダ

21と、ベースプレート22と、研磨布張り付け板23との組立体であるが、図8に示すように、加圧シリンダ21とベースプレート22との間には、ドライブプレート3と、ダイヤフラム5とを介在させ、その積層の周縁部分をフランジ6で支え、加圧シリンダ21の下縁にボルト12で緊締している。フランジ6は環状で内周縁に張り出し縁6aを有し、張り出し縁6a上にベースプレート22を支持している。

【0042】ダイヤフラム5は、加圧シリンダ21内とベースプレート22間の気密を保持するものであり、ドライブプレート3は、ベースプレート22の三次元方向の変位に追従させるとともにベースプレート22の支持強度を与えるものである。

【0043】ダイヤフラム5の材質としては合成ゴムや天然ゴム、バイトン樹脂、ペークライト樹脂が最適であるが、その材質に制限があるのでなく、加圧シリンダ21内とベースプレート22間の機密を保つ機能と3次元方向に微動できる機能を有している物質であればよい。

【0044】この実施形態においては、ドライブプレート3として金属板の板面に円弧状の透孔9a, 9b, 9c…を開口し、板面に可撓性、屈撓性を付与した例を示している。加圧シリンダ21と、ベースプレート22との間にドライブプレート3と、ダイヤフラム5との積層を介装することにより、加圧シリンダ21に対し、ベースプレート22は三次元方向に揺動可能となる。

【0045】ドライブプレート3は、スピンドル17の回転をベースプレートに伝える機能を有するとともに、三次元方向(ここでは、特に上下方向)に微動できる機能を有している必要がある。従って、厚さ0.5mm～3mm程度の金属板に、円弧状の透孔9を形成してある。ここでは、同心円半径の異なる3段構造の透孔9a, 9b, 9cを形成した。透孔の幅は3mm～30mm程度であり、最外輪に位置する透孔9aと最内輪に位置する透孔9cとをドライブプレート3内の同一中心線上に設置し、透孔9bを別の中心線上に設置することで、回転方向には剛性を保ちつつ三次元方向(上下方向)に微動できる性質を可能ならしめているのである。

【0046】ポリッシングヘッド18の揺動による三次元方向の微動機能は、本発明による研磨装置において極めて重要である。すなわち、ポリッシングヘッド18は図5に示すように、キャリア13に支えられ、キャリア13は、図1に示すように機枠50に吊下げてインデックステーブル1の上方に設置されたレール14をガイドとし、インデックステーブル1の一次研磨ステーションS₂におけるホルダ2上と、インデックステーブル1から離れた退避位置との間を往復移動するわけであるが、ポリッシングヘッド18が完全剛体で構成されていると、ウエハ表面とレール14とに完全平行性が要求される。

【0047】もし、この平行性が崩れていた場合、レー

ル14に沿ってポリッシングヘッド18に移動送りと与えてゆくと、ポリッシングヘッド18の送りとともに研磨圧力が変化し、ウエハ面内で研磨量が不均一になってしまう。本発明においては、ポリッシングヘッド18に三次元方向の構造的遊びをもたせてレール14の機械的精度又はウエハ表面の凹凸などの形状の不同に起因して生ずる研磨圧力の変化を補償しているのである。ポリッシングヘッド18の微動機能は、加圧シリンダ21内の圧力調整によって制御することができる。また、レール14を機枠50から吊下げることによって、インデックステーブルの上方空間を有効利用し、省スペース化を図っている。機枠50は、研磨装置の機体に組つけて機体の上方空間に設置されたものである。

【0048】加圧シリンダ21の加圧室31内へは、図11に示すように外部の送気配管15からノズル16を通してスピンドル17内へ高圧空気が供給され、加圧シリンダ21内の圧力を調整して三次元方向の微動の程度を調整できる。なお、前記給液孔18aは、図6に示すようにスピンドル17内に挿通された給液管30に連通させてある。

【0049】ポリッシングヘッド18は、スピンドル17に着脱可能に装着してキャリア13にセットされる。キャリア13は、図1、図5に示すように、ポリッシングヘッド18を上下に移動させる上下駆動機構（エアシリンダ）46と、ポリッシングヘッドを回転駆動する回転駆動機構（モータ）47とを装備し、レール側に設置されたキャリア13の送り駆動機構（モータ）48の回転駆動により送りねじ49が転回し、キャリア13は退避位置から、送りねじ49の転回による送り駆動により、レール14に沿って移動し、図11に示すステーションS₂のホルダ2上へ送られ、次いで上下駆動機構48に制御されて、図12のようにホルダ2上を降下し、さらにポリッシングヘッド18は、レール14に沿って直線方向の送り移動が与えられつつ回転駆動機構47に制御されて回転し、ホルダ2上で回転しているウエハWの研磨を行う。

【0050】送り駆動機構48は、キャリア13にセットされているポリッシングヘッド18をレールに沿って往復動させると共に、ウエハWの研磨に際しては、その研磨位置に応じて送り速度が制御される。例えば、周速度のおそいウエハの中心部の研磨時には送り速度を遅く、周縁の研磨に対しては送り速度を早くしてウエハ全面を均一に研磨することもできる。上下駆動機構により加えられる圧力は、 $0.05\text{ kg/cm}^2 \sim 1\text{ kg/cm}^2$ である。ポリッシングヘッド18の回転速度は $30\text{ rpm} \sim 1000\text{ rpm}$ 程度であり、ウエハの回転速度は $10\text{ rpm} \sim 300\text{ rpm}$ 程度である。ポリッシングヘッド18の回転は、ウエハ回転と順方向あるいは逆方向の両方が選択できる。例えば、 10 rpm で時計回りに回転しているウエハ上に、 500 rpm で反時計回り

に回転しているポリッシングヘッド18を、 1 cm/秒 で往復走査するのである。

【0051】この際、ポリッシングヘッド18の走査速度を常に一定とする必要はない。実際には、本研磨装置に組み込まれている制御コンピュータに、ウエハの回転速度、ウエハ内の走査座標とポリッシングヘッドの走査速度、往復範囲、回転速度および研磨圧力を入力することで、任意に研磨条件を設定するのである。なお、レール14、上下駆動機構46、回転駆動機構47を含むキャリア13並びに送りねじ49などは機枠50に取り付けられたカバー51にて覆い、さらに局部排気を行なってカバー内を負圧とし、レール14や送りねじ49の摩耗によって生ずる粉塵や駆動機構46、47などから飛散するかもしれない油分などが下方に落下するのを阻止している。

【0052】スピンドル17の回転により、回転トルクは加圧シリンダ21内のドライブプレート3とダイヤフラム5との積層を介してベースプレート22に伝えられる。研磨中、ポンプにより圧送された研磨液は研磨液供給孔25より供給管30に送り込まれ、給液孔18aよりウエハに供給されるが、研磨終了と同時にバルブが切り替えられて研磨液供給孔25に純水が供給されて、給液管30内の研磨液を純水に置換するとともに、ウエハ上の研磨液を純水置換して研磨の進行を停止させる。給液管30は内壁がテフロンコーティングされた金属管であるが、銅薄膜の研磨に用いる金属に対してエッチング作用のある研磨液を用いる場合（例えば、ロデール・ニッタ社製：QCTT1010）、研磨終了とともに速やかに給液管30を純水置換することは、給液管30の耐用年数を伸ばすのに極めて重要である。

【0053】なお、図12に示すようにポリッシングヘッド18は、キャリア13に取付けられたフード33で覆われ、ウエハの研磨加工中及び加工完了後は、フード33の内面に沿って洗浄水fを流し続けることにより、飛散した研磨液の固化、ひいては研磨液の固形物の落下によるウエハWの破損を防止できる。研磨加工中に、ホルダ2の外周部に設置されたシーリング部からも純水が供給されて、基板裏面への研磨液の回り込みを回避している。

【0054】一方、図5において、ウエハWの研磨によってポリッシングヘッド18の研磨布24に生ずる目づまり、目の不揃いは、ポリッシングヘッド18を退避位置に戻してパッドコンディショナ手段19によって修正する。パッドコンディショナ手段19は、回転するパッドコンディショニングディスク34を有し、図13に示したようにこのディスクを回転させながらポリッシングヘッド18の研磨布24に押し付けて目立て（ドレスアップ）を行う。この際、研磨液供給孔25には純水が供給され、給液孔18aより排出する純水で研磨布24の表面を水洗する。

【0055】通常、パッドコンディショニングディスク34は $10\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ のダイヤモンド粒子の電着板を用いるが、研磨布の目立ての際にダイヤモンド粒子が離脱する場合がある。本研磨装置の場合、研磨布24が下向きになっているため、離脱ダイヤモンド粒子が研磨布に付着しにくいよう配慮されているのである。

【0056】なお、研磨布24を目立てするときには、図6において、加圧シリンダ21の加圧室31内にさらに高圧空気を圧入し、ダイヤフラム5を通じてベースプレート22の張出し縁22aをフランジ6の張り出し縁6aにポリッシング圧力より強い所定圧で圧着すれば、研磨布24を取り付けたベースプレート22は、加圧シリンダ21にクランプされて研磨布24が安定する。研磨布24の目立て後は、パットクリーニング手段20としてのブラシを回転しつつ進退動させ、研磨布24の表面に付着している脱落砥粒や研磨粉などを除去して次のウエハの粗研磨に備え、インデックステーブル1を一定角度(90°)回転させ、粗研磨による平坦化処理が終了したウエハWを二次研磨ステーション S_3 に移行させる。

【0057】図3、4において、二次研磨ステーション S_3 においては、一次研磨による平坦化処理されたウエハ表面の面粗度をさらに小さくすることを目的として研磨処理が行われる。研磨液は、一次研磨処理に用いた研磨液とは異なり、仕上げ研磨処理に適したものが用いるのが一般的である。

【0058】例えば、開口部の形成された層間絶縁膜上の銅薄膜を研磨して除去して前記開口部に銅を埋め込む場合、一次研磨処理には $\text{pH}=1\sim2$ 程度の酸性シリカスラリーを用いて銅のエッチング作用の大きい研磨液を用い、層間絶縁膜が現れる二次研磨処理には $\text{pH}=4\sim6.5$ 程度の弱酸性シリカスラリーを用いて銅のエッチング作用を抑制し、開口部に埋め込まれた銅のディッシングを回避する。二次研磨ステーション S_3 においても一次研磨ステーション S_2 と同様にポリッシングヘッド35のほかにパッドコンディショニング手段36及びパットクリーニング手段37を備えている。

【0059】二次研磨ステーション S_3 に移送されてきたウエハWは、ポリッシングヘッド35にて表面仕上げ処理が行われるほか、パッドコンディショニング手段36及びパットクリーニング手段37によるポリッシングヘッド35の研磨布のコンディショニング並びにクリーニングの処理を行う点は、一次研磨ステーション S_2 での処理と、処理の操作としては全く同じである。

【0060】また、図11～13に示すように、この実施形態においては、ウエハの一次研磨、二次研磨の処理中はともにウエハの研磨加工中及びその前後に渡り、洗浄水を流し続けているが、ウエハの研磨加工中を除いて、図11及び図13に示すように使用された洗浄水は、水槽43中に一旦受け止め、排水側バルブ44を開

いて外部へ排水しているが、研磨加工中においては図12に示すように、リサイクル側バルブ45を開き、ポリッシングヘッドに供給された研磨剤(スラリー)とともにリサイクル側管路に回収している。リサイクル側管路に回収された研磨排液は、純水によって希釈される。従って、限外フィルターを用いて研磨排液を濃縮した後、再び研磨液として利用する。その際、必要に応じて研磨排液中の Cu^{2+} イオン等を除去する。

【0061】二次研磨ステーション S_3 に設置されたポリッシングヘッド35に用いられる研磨パッドとしての研磨布は、一次研磨ステーション S_2 のポリッシングヘッド18に用いられた研磨布の硬度に比して軟質であり、仕上げ処理は、平坦化処理よりも長い時間をかけて研磨加工が行われる場合が一般的である。仕上げ処理用には、例えばポリウレタン含浸ポリエステル繊維型研磨布(ロデール・ニッタ社製:SUBA800)である。一次研磨ステーションと同じく硬質研磨布を用いることもできる。仕上げ処理が完了すると、インデックステーブル1は一定角度回転し、ウエハWはアンローディングステーション S_4 に移送され、表面が洗浄される。

【0062】その後、図4に示したようにウエハはロボットアーム39でコンベア41でスクラブ洗浄装置へと移送される。移送中のウエハ表面には純水が噴霧されて乾燥を防止している。スクラブ洗浄装置(図示せず)では、第1処理室でウエハ表面と裏面とを同時にブラシ洗浄を行い、研磨剤粒子を除去する。ここでは、洗浄液としては電解水を用いた。第2処理室では、直径 10mm ～ 20mm のピンブラシでウエハ表面を洗浄する。銅を埋め込んだウエハ表面の洗浄にはクエン酸あるいは $0.01\%\sim0.1\%$ 程度のフッ化水素水と過酸化水素水($1\%\sim20\%$)を添加した弱酸性洗浄液あるいは電解水を用いた。

【0063】第3処理室では、ウエハを高速回転した状態でウエハ表面には純水を供給し、一方ウエハ裏面には $0.1\%\sim5\%$ 程度のフッ化水素水と過酸化水素水($1\%\sim20\%$)の混合液を供給してスピン洗浄し、ウエハ両面に純水を供給して洗浄を行った後スピン乾燥する。かかる一連のスクラブ洗浄装置内での処理より、研磨剤粒子を完全に除去するとともに、ウエハ表面の層間絶縁膜表面およびウエハ裏面から銅等の金属を除去して、LSI製造ラインへとウエハを移送するのである。

【0064】以上、実施形態においては、ローディングステーション S_1 にウエハを搬入し、以後、インデックステーブルを一定角度(90°)づつ回転させてウエハを順次一次研磨ステーション S_2 、二次研磨ステーション S_3 を経由させて平坦化処理、仕上げ処理を行い、アンローディングステーションから外部へ搬出しつつ次々に搬入されたウエハの平坦化処理と仕上げ処理を同じインデックステーブル上で行う例を示した。しかし、本発明は、このような実施の形態に限らず、テーブル上に保

持させたウエハその他基板類の研磨処理に広く利用することができる。

【0065】

【発明の効果】以上のように本発明によるときには、基板の研磨面を上向きに保持し、その上方から研磨を行い、また、基板表面に押し付ける研磨布は三次元方向の揺動による微動が可能であり、揺動の程度は調整でき、さらに研磨布に直接スラリを給液しつつ研磨を行うものであるために以下に述べる効果がある。

【0066】(1) 基板の研磨面を上方から観察してその形状の測定が可能であり、研磨作業を中断することなく研磨面の形状を修正できる。

【0067】(2) ポリッシングヘッドに基板径より小径のディスクを用いて高速回転させつつ研磨を行うことが可能となる。ポリッシングヘッドに取付ける研磨布は、研磨中に粘弾性変形をするが、短時間(0.1秒)以内の変形挙動では、その変形は時間に比例する。したがって基板と研磨布間の相対速度を上げれば、研磨布は、見かけ上硬くなり、研磨布が硬くなれば、基板への研磨面の転写性がよくなり、基板面の研磨精度を向上できる。

【0068】(3) 基板全面についての研磨の均一性に関して、従来は、研磨精度は専ら研磨布の粘弾性特性に依存しており、操作のパラメータが限られていたが、本発明においては、基板の外径より小径のディスクのポリッシングヘッドを用いて基板の表面に形成されているうねりに追従させることができる。また、部分的な研磨の均一性に関しては、研磨布と基板との相対速度が早いため、研磨布が見かけ上硬質化し、極めて均一な平坦化加工が可能となる。

【0069】(4) 研磨面をモニタして研磨面形状、研磨面厚み、研磨温度を研磨作業中に計測が可能のため、研磨面情報から形状修正パターンを算出して研磨状況に応じた研磨条件を設定できる。

【0070】(5) 研磨におけるランニングコストは研磨剤(スラリ)と研磨布の使用量が大半を占めている。研磨布を貼り付けたプラテン上に研磨剤を供給したときには、その殆どの研磨剤は基板の研磨に使用されないままに排水されるが、本発明においては、研磨剤はスピンドルを通して研磨布と基板との間に圧入されるために、ウエハの研磨に対する使用効率は高い。また、研磨布の全面が基板に接触するために研磨布の全面が均等に使用され、ひいては研磨布に無駄が生じない。

【0071】(6) 基板の研磨によって研磨布に生じた目づまりは、目立てを行うことによって再生でき、研磨布をバッドコンディショニングディスクに押しつけて目立てを行う際には、加圧シリンダ内に高圧空気を圧入してベースプレートと固定し、研磨布に振れ止めを施した状態で目立てを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す正面図である。

【図2】本発明の一実施形態を示す平面図である。

【図3】本発明の一実施形態を略示的に示す平面図である。

【図4】本発明の一実施形態を示す図である。

【図5】一次研磨ステーションの設備を示す図である。

【図6】ポリッシングヘッドを示す図である。

【図7】バキュームチャックの構造を示す図である。

【図8】ポリッシングヘッドの分解図である。

【図9】研磨布に付された研磨剤の誘導用の溝の例を示す図である。

【図10】(a)は研磨布の設置例を示す断面図、

(b)は底面図である。

【図11】ポリッシングヘッドによるウエハの研磨開始時の状況を示す図である。

【図12】ウエハの研磨作業中の状況を示す図である。

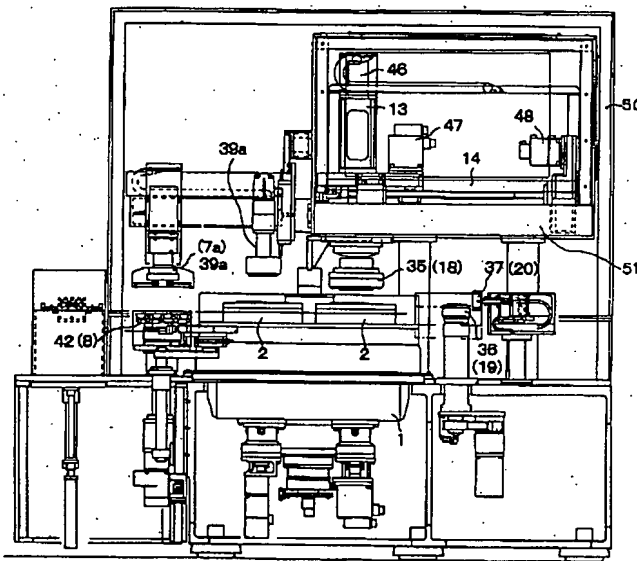
【図13】ポリッシングヘッドの研磨布の目立てを行なっている状況を示す図である。

【符号の説明】

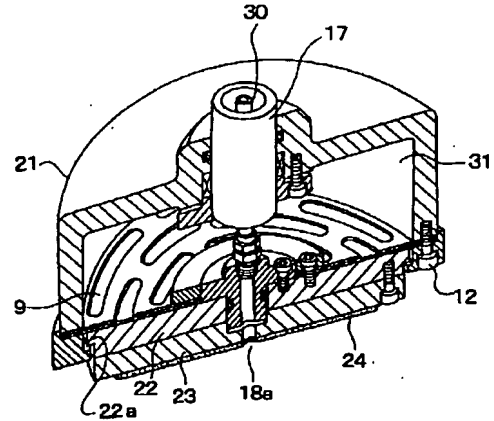
- 1 インデックスステーブル
- 2 ホルダ
- 3 ドライブプレート
- 4 バキュームチャック
- 5 ダイアフラム
- 6 フランジ
- 7 ロボットアーム
- 7a ウエハ・チャック
- 9 透孔
- 10 ウエハキャリア
- 11 ピンクランプ
- 12 ボルト
- 13 キャリア
- 14 レール
- 15 送気配管
- 16 ノズル
- 17 スピンドル
- 18 ポリッシングヘッド
- 18a 給液孔
- 19 バッドコンディショナ手段
- 20 バッドクリーニング手段
- 21 加圧シリンダ
- 21a 鋳部分
- 22 ベースプレート
- 22a 張出し縁
- 23 研磨布張り付板
- 24 研磨布
- 25 研磨液供給口
- 26 吸着孔
- 27 水シール室
- 28 通水溝

- | | |
|---------------------|----------------|
| 29 シールリング | 40 ビンクランプ |
| 30 給液管 | 41 コンベア |
| 31 加圧室 | 42 ウエハ裏面洗浄手段 |
| 32 拡散溝 | 43 水槽 |
| 33 フード | 44 排水側バルブ |
| 34 パッドコンディショニングディスク | 45 リサイクル側バルブ |
| 35 ポリッシングヘッド | 46 上下駆動機構 |
| 36 パッドコンディショナ手段 | 47 回転駆動機構 |
| 37 パッドクリーニング手段 | 48 キャリアの送り駆動機構 |
| 38 ウエハ表面洗浄手段 | 49 送りねじ |
| 39 ロボットアーム | 50 機枠 |
| 39a ウエハ・チャック | 51 カバー |

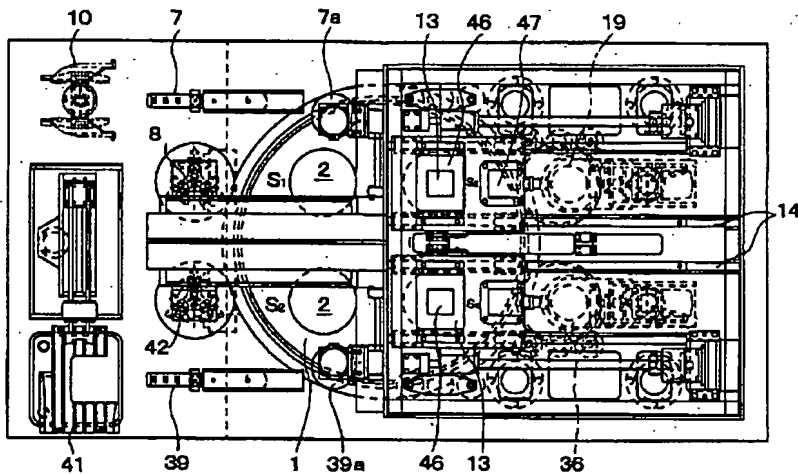
【図1】



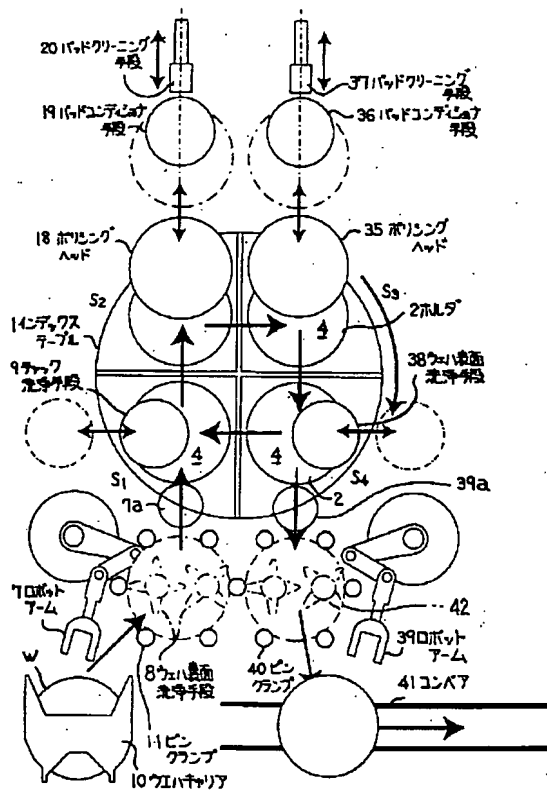
【図6】



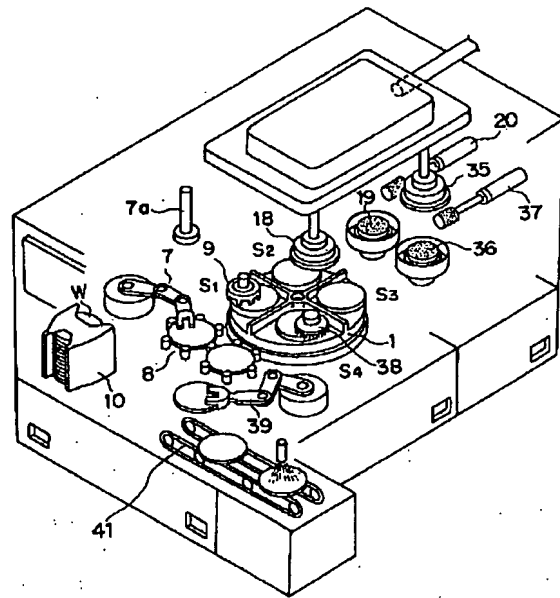
【図2】



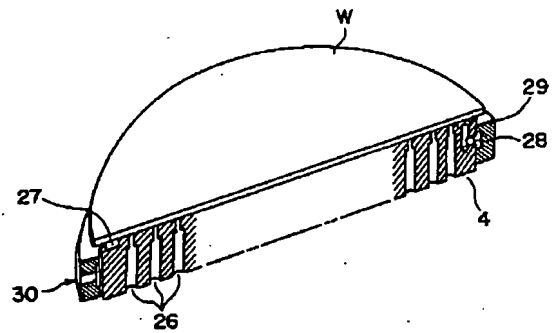
【図3】



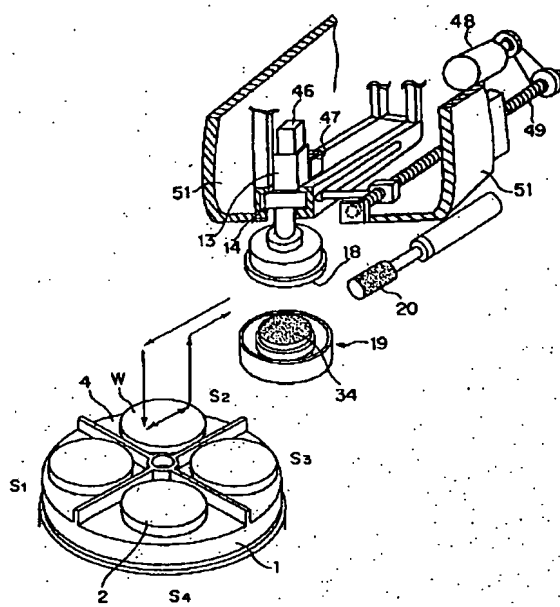
【図4】



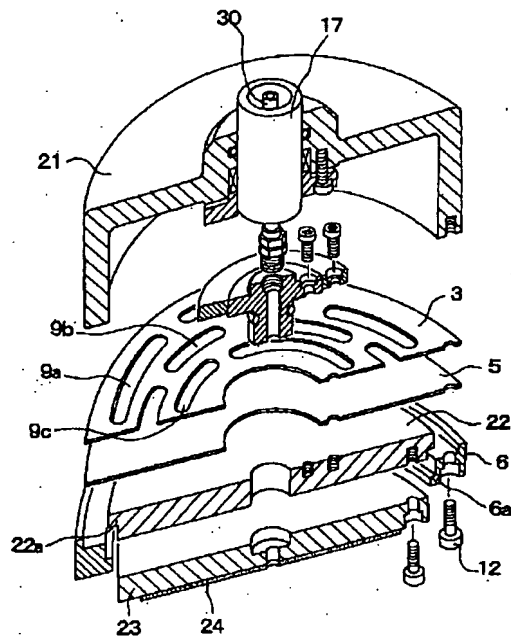
【図7】



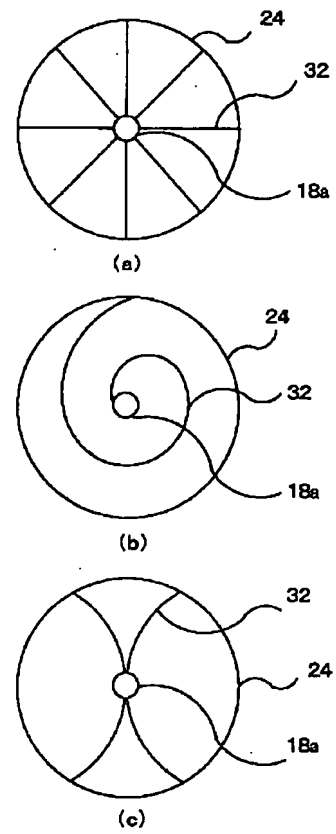
【図5】



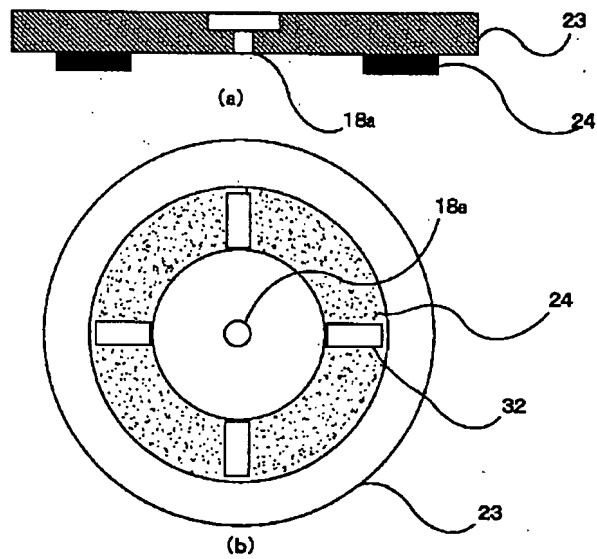
【図8】



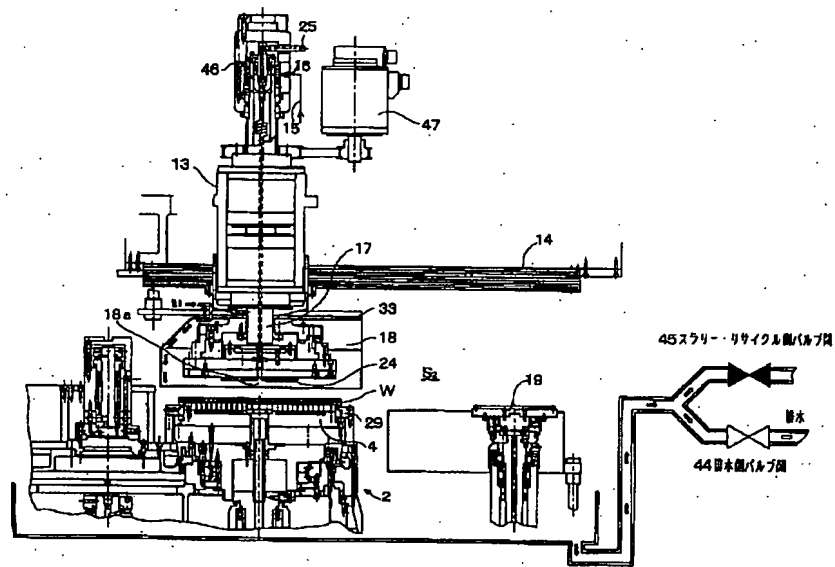
【図9】



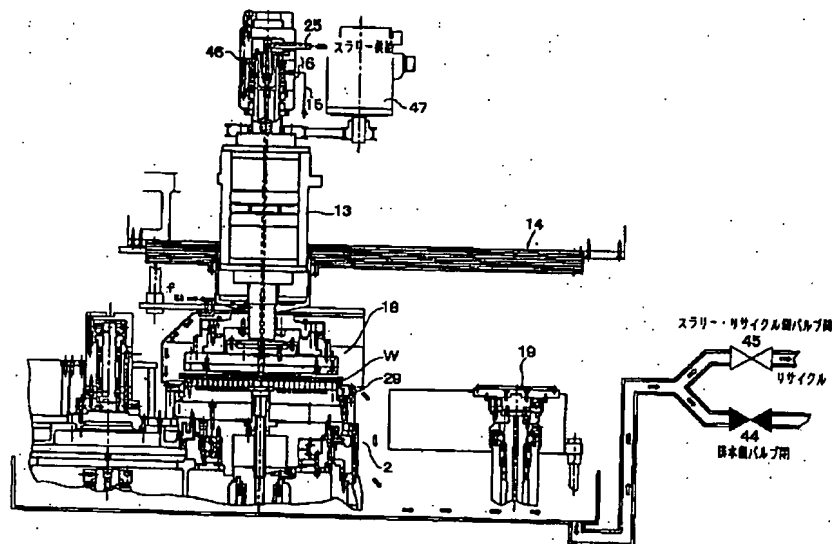
【図10】



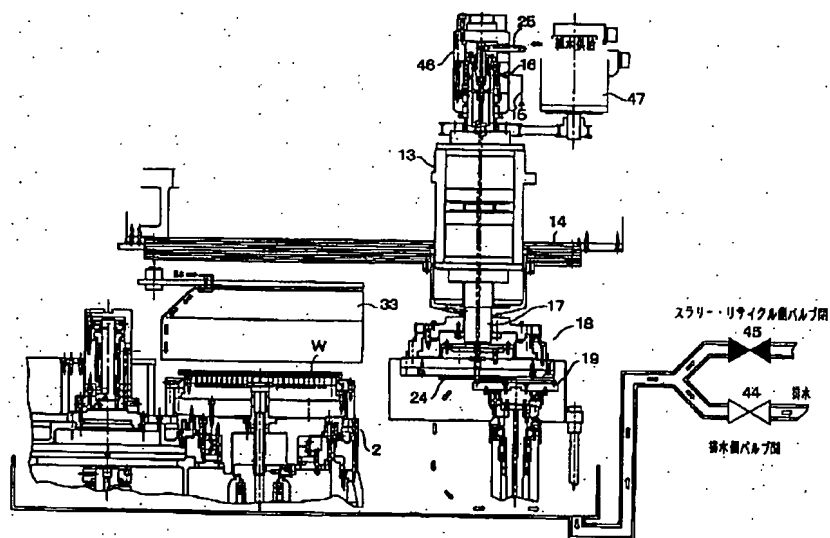
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小野寺 貴弘
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 小林 一雄
神奈川県厚木市上依知3009番地 株式会社
岡本工作機械製作所内